চতুর্থ অধ্যায়

পর্যায় সারণি

পর্যায় সারণি হলো ছকের মাধ্যমে প্রকাশিত রাসায়নিক মৌলসমূহের ধর্মের একটি ধারণাচিত্র। 2012 সাল পর্যন্ত সর্বমোট 118টি মৌল শনাক্ত হয়েছে। প্রত্যেক মৌলের এসব ধারণা আলাদা আলাদাভাবে আয়ত্ত করা অসম্ভব। পর্যায় সারণিতে স্বল্প পরিসরে মৌলসমূহকে তাদের ধর্মের ভিত্তিতে ভাগ করা হয়েছে। পর্যায় সারণি দেখেই আমরা কোনো একটি মৌলের রাসায়নিক আচরণ সম্পর্কে ধারণা করতে পারি। এ অধ্যায়ে পর্যায় সারণির সৃষ্টি থেকে শুরু করে বাস্তবে এর ব্যবহার ও উপকারিতার আলোচনা করা হয়েছে।

সারি \ গ্রুপ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
8	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Kr
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo

বিভিন্ন মৌল

এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা–

(১) পর্যায় সারণি বিকাশের পটভূমি বর্ণনা করতে পারব।

(২) মৌলের সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাসের সাথে পর্যায় সারণির প্রধান গ্রুপগুলোর সম্পর্ক নির্ণয় করতে পারব (প্রথম 30টি মৌল)।

(৩) একটি মৌলের পর্যায় শনাক্ত করতে পারব।

(৪) পর্যায় সারণিতে কোনো মৌলের অবস্থান জেনে এর ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম সম্পর্কে ধারণা করতে পারব।

(৫) মৌলসমূহের বিশেষ নামকরণের কারণ বলতে পারব।

(৬) পর্যায় সারণির গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারব।

(৭) পর্যায় সারণির একই শ্রেণির মৌল দ্বারা গঠিত যৌগের একই ধরনের ধর্ম হাতে–কলমে কাজের মাধ্যমে প্রদর্শন করতে পারব।

(৮) পরীক্ষণের সময় কাচের যন্ত্রপাতির সঠিক ব্যবহার করতে পারব।

(৯) পরীক্ষণ কাজে সতর্কতা অবলম্বন করব।

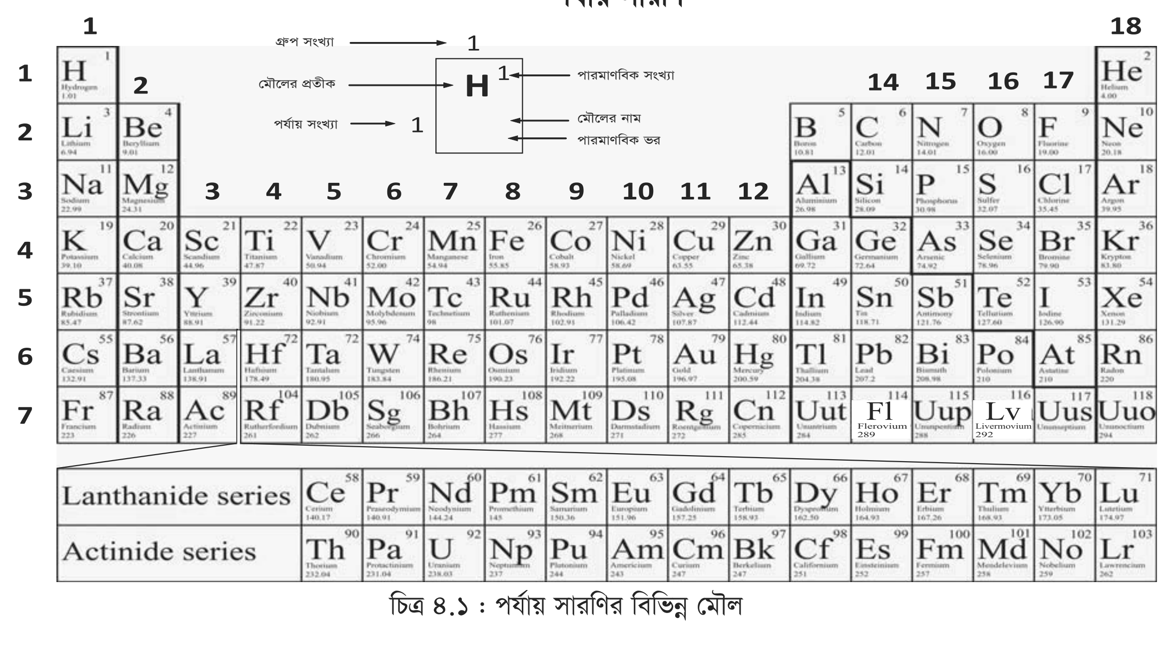
(১০) পর্যায় সারণি অনুসরণ করে মৌলসমূহের ধর্ম অনুমানে আগ্রহ প্রদর্শন করব।

৪.১ পর্যায় সারণির পটভূমি

পর্যায় সারণি হলো– শতবর্ষ ধরে সংগৃহীত বিভিন্ন রাসায়নিক ধারণার এক অবিস্মরণীয় প্রতিফলন। মানুষ প্রাচীনকাল থেকে বিক্ষিপ্তভাবে পদার্থ ও তাদের ধর্ম সম্পর্কে যে সকল ধারণা অর্জন করেছিল তার একটি সম্মিলিত রূপ দেওয়ার প্রচেষ্টা বিজ্ঞানীদের ছিল আগে থেকেই। যা পরবর্তীতে মৌলসমূহের ধর্মভিত্তিক শ্রেণিতে ভাগ করতে সহায়তা করেছে তথা আধুনিক পর্যায় সারণি উপহার দিয়েছে। ল্যাভয়সিয়ে (Antoine Lavoisier) সর্বপ্রথম 1789 সালে ভৌত অবস্থার উপর ভিত্তি করে মৌলসমূহকে তিন শ্রেণিতে বিভক্ত করেন। পরবর্তীতে ১৮৬৪ সালে ইংরেজ বিজ্ঞানী জন নিউল্যান্ড (John A. R. Newlands) মৌলকে তাদের ভর অনুযায়ী সাজিয়ে প্রতি অষ্টম মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে মিল দেখতে পান। 1869 সালে রুশ বিজ্ঞানী ম্যান্ডেলিফ (Dmitri I. Mendeleev) এবং জার্মান বিজ্ঞানী লুথার মেয়র (J. Lothar Meyer) পৃথক পৃথকভাবে একই ধর্মবিশিষ্ট বিভিন্ন মৌলকে সমশ্রেণিভুক্ত করার প্রয়াসে মৌলসমূহের একটি তালিকা প্রকাশ করেন। যা রসায়নে ‘পর্যায় সারণি’ (periodic table) নামে খ্যাত।

2012 সাল পর্যন্ত সর্বমোট 118 টি মৌল শনাক্ত হয়েছে। তন্মধ্যে আন্তর্জাতিক রসায়ন ও ফলিত রসায়ন সংস্থা (International Union of Pure and Applied Chemistry), 114টিকে স্বীকৃতি দিয়েছে। এখানে জেনে রাখা ভালো যে, সংস্থাটিকে সংক্ষেপে IUPAC বলা হয়। সংস্থাটি আন্তর্জাতিকভাবে রসায়ন ও ফলিত রসায়নের বিভিন্ন বিষয়াদি যেমন– বিভিন্ন নিয়মকানুন, ক্রমবর্ধমান পরিবর্তনের বা সৃষ্টির কোনটি গ্রহণীয় আর কোনটি বর্জনীয় তার দেখভাল ইত্যাদির নিয়ন্ত্রণ করে থাকে। যাহোক, সর্বশেষ স্বীকৃত 114 টি মৌলের মধ্যে 112 টির নামকরণ করা হয়েছে। এদের মধ্যে 98 টি মৌল প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। বাকি মৌলগুলো উন্নতমানের পরীক্ষাগারে তৈরি করা সম্ভব। 98 টি মৌলের মধ্যে 84 টি মৌলকে প্রাথমিক মৌল বলা হয় এবং বাকি 14 টি মৌল তেজস্ক্রিয়তার মাধ্যমে উৎপন্ন হয়। মজার ব্যাপার হলো, ল্যাভয়সিয়ে মাত্র 33টি মৌলের একটি ছক তৈরি করেছিলেন। পরবর্তীতে রুশ বিজ্ঞানী ম্যান্ডেলিফ 67 টি মৌল নিয়ে আধুনিক পর্যায় সারণি প্রবর্তন করেন যার মধ্যে 63 টি মৌল অবিষকৃত হয়েছিল এবং বাকি 4টি মৌল তখনও অবিষকৃত হয়নি কিন্তু পরবর্তীতে অবিষকৃত হয়েছে। তারপর 1900 সালের মধ্যেই পর্যায় সারণিতে আরও 30টি মৌল যুক্ত হয়। তাহলে আমরা বুঝলাম যে পর্যায় সারণির মৌলসমূহের বেশির ভাগই অষ্টাদশ শতাব্দীতে আবিষ্কৃত হয়েছিল।

পর্যায় সারণি



চিত্র ৪.১ : পর্যায় সারণির বিভিন্ন মৌল

৪.২ পর্যায় সারণির বৈশিষ্ট্য

ভৌত দিক বিবেচনায় পর্যায় সারণি হলো– রাসায়নিক মৌলসমূহের ছকে সন্নিবেশ মাত্র। প্রকৃতপক্ষে, পর্যায় সারণি মৌলসমূহের ধর্মের ধারণাচিত্র। পর্যায় সারণি আবিষ্কারের পর থেকে বিভিন্ন সময়ে এর পরিবর্তন ও পরিমার্জন করা হয়েছে। সর্বশেষ পর্যায় সারণির যে সংস্করণটি IUPAC কর্তৃক গৃহীত হয়েছে তা চিত্র৪.১এ দেখানো হলো। এটাকে আধুনিক পর্যায় সারণি বলা হয়। আধুনিক পর্যায় সারণির উলেরখযোগ্য বৈশিষ্ট্যগুলো নিম্নরূপ :

- পর্যায় সারণিতে ৭টি পর্যায় বা আনুভূমিক সারি (row) ও 18 টি গ্রুপ বা খাড়া স্তম্ভ (coulmn) রয়েছে।
- প্রতিটি পর্যায় বাম দিক থেকে গ্রুপ 1 হিসেবে শুরু করে গ্রুপ 18 পর্যন্ত বিস্তৃত।
- মূল পর্যায় সারণির নিচে 2 টি আনুভূমিক সারি এবং 14টি খাড়া স্তম্ভবিশিষ্ট একটি ছোট ছক প্রদর্শিত হয়েছে। এটিও মূল পর্যায় সারণির পর্যায় 6 ও পর্যায় 7এর অংশবি শেষ।
- পর্যায় 1এ শুধুমাত্র দুটি মৌল রয়েছে, যারা গ্রুপ 1 ও গ্রুপ 18 তে অবস্থিত। একইভাবে পর্যায় 2 ও পর্যায় 3 এ আটটি করে মৌল আছে যারা গ্রুপ 1 থেকে গ্রুপ 3 এবং গ্রুপ 13 থেকে গ্রুপ 18এর ম ধ্যে অবস্থিত।
- পর্যায়৪ থেকে পর্যায়৭ পর্যন্ত সবগুলো পর্যায়ের প্রতিটি গ্রুপই মৌল দ্বারা পূর্ণ।
- পর্যায়৪ ও পর্যায়৫ এই পর্যায় দুটির ক্ষেত্রে ১৮টি গ্রুপে ১৮টি মৌল রয়েছে। অর্থাৎ প্রত্যেক গ্রুপে একটি করে মৌল স্থান দখল করে নিয়েছে।
- পর্যায় 6 ও পর্যায় 7এর ক্ষেত্রে ব্যতিক্রম লক্ষণীয়। তাদের প্রত্যেকের ক্ষেত্রে 18 টি গ্রুপে ৩২টি করে মৌল রয়েছে। এদের ক্ষেত্রে শুধুমাত্র গ্রুপ 3 তেই 15 টি মৌলের অবস্থান। বাকি 17 টি গ্রুপে একটি করে মৌল অবস্থান করে। এভাবে সর্বমোট 32 টি মৌল সন্নিবেশিত হয়েছে।

চল এবার নিচের কাজটি সম্পন্ন করি। ছকটিতে বিভিন্ন পর্যায়ে সন্নিবেশিত মৌলের সংখ্যা উল্লেখ কর। বিভিন্ন গ্রুপে মৌলের অবস্থান বুঝাবার জন্য ছকে প্রদত্ত আয়তাকার ফাঁকা ঘরগুলো থেকে শুধুমাত্র প্রয়োজনীয় ঘরগুলো পেন্সিল দিয়ে ভরাট কর। যদি প্রদত্ত আয়তাকার ঘরগুলো প্রত্যেক পর্যায়ে অবস্থিত সব মৌলকে প্রর্দশনের জন্য পর্যাপ্ত না হয়, তাহলে ছকের নিচে প্রদত্ত বড় আয়তক্ষেত্রটিতে প্রয়োজনমত ঘর এঁকে ভরাট কর। কাজটি সম্পন্ন হলে প্রাপ্ত ছকটি প্রদত্ত পর্যায় সারণি (চিত্র ৪.১) এর সাথে তুলনা কর।

পর্যায়	মোট মৌলের সংখ্যা	গ্রুপ																	
		1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 0
১																			
২																			
৩																			
৪																			
৫																			
৬																			
৭																			

ছক ৪.১: পর্যায় সারণির বিভিন্ন মৌল

উপরিল্লিখিত বৈশিষ্ট্যগুলো পর্যায় সারণির বাহ্যিক দিক লক্ষ করলে দেখতে পাই। এবার মৌলসমূহের ধর্মের ভিত্তিতে পর্যায় সারণিকে বিবেচনা করি।

- একই পর্যায়ে বামদিক থেকে ডানদিকে মৌলসমূহের ধর্ম পরিবর্তিত হয়।
- সাধারণভাবে মৌলসমূহের ধর্ম তাদের গ্রুপের উপর নির্ভরশীল। একই গ্রুপের সকল মৌলের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম প্রায় একই রকম।
- সাধারণভাবে কোনো মৌলের সর্বশেষ স্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা তার গ্রুপ সংখ্যার সমান।
- কোনো মৌলের সর্বমোট কক্ষপথ সংখ্যা তার পর্যায় সংখ্যার সমান।

৪.৩ বিভিন্ন পর্যায় সূত্র

প্রথমদিকে আবিষ্কৃত মৌলসমূহকে বিজ্ঞানীরা ধাতু ও অধাতু এই দুই শ্রেণিতে বিভক্ত করেন। ধাতুসমূহকে আবার তুলনামূলকভাবে কম সক্রিয় ধাতু [সোনা, রুপা; যাদেরকে অভিজাত ধাতু (noble metals) বলে] এবং অধিক সক্রিয় ধাতু [লোহা, দস্তা; যাদেরকে নিকৃষ্ট ধাতু (inferior metals) বলে] হিসেবে বিভক্ত করা হয়। উনবিংশ শতাব্দীর শুরুতে ডাল্টনের পারমাণবিক তত্ত্ব উপস্থাপনের পর রসায়ন চর্চায় ব্যাপক পরিবর্তন আসে। 1829 সালে জার্মান বিজ্ঞানী জে. ডব্লিউ. ডোবেরাইনার পারমাণবিক ভরের সাথে সম্পর্কিত করে ত্রয়ী সূত্র (law of Triads) প্রদান করেন।

ত্রয়ী সূত্র: পর্যায় সারণির দুটি মৌলের পারমাণবিক ভরের গড় অন্য একটি মৌলের একটি মৌলের পারমাণবিক ভরের প্রায় সমান এবং মৌল তিনটির ধর্ম একইরকম। এই তিনটি মৌলকে পারমাণবিক ভর অনুসারে সাজালে প্রথম এবং তৃতীয় মৌলের ভরের গড় দ্বিতীয় মৌলের ভরের সমান হয়। মৌল তিনটিকে 'ডোবেরাইনার ত্রয়ী' বলে। যেমন, লিথিয়াম (7) ও পটাসিয়ামের (39) পারমাণবিক ভরের গড় সোডিয়ামের (23) পারমাণবিক ভরের প্রায় সমান।

1864 সালে ইংরেজ বিজ্ঞানী জন নিউল্যান্ড (John A. R. Newlands) মৌলকে তাদের ভর অনুযায়ী সাজিয়ে প্রতি অষ্টম মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে মিল দেখতে পান। এর ভিত্তিতে তিনি অষ্টক তত্ত্ব প্রস্তাব করেন।

অষ্টক তত্ত্ব: মৌলগুলোকে তাদের পারমাণবিক ভর অনুযায়ী সাজালে প্রতি অষ্টম মৌলসমূহের ধমের্র মিল দেখা যায়। যা পর্যায় সারণির 'অষ্টক ত্বত্ত' (law of octaves) নামে পরিচিত।

রাশিয়ান রসায়নবিদ ডিমিট্রি ম্যান্ডেলিফ মৌলসমূহের রাসায়নিক ধর্ম নিয়ে গবেষণা করে 1869 সালে আবিষ্কৃত মৌলসমূহের পারমাণবিক ভরের উচ্চক্রমানুসারে সাজিয়ে দেখেন একই ধর্মবিশিষ্ট মৌলসমূহ একই কলামে স্থান পায়। এর উপর ভিত্তি করে তিনি পর্যায় সূত্র প্রস্তাব করেন। পর্যায় সারণি উদ্ভাবনে বিভিন্ন বিজ্ঞানীর অবদান থাকলেও অবদানের গুরুত্ব বিবেচনা করে ম্যান্ডেলিফকে পর্যায় সারণির জনক বলে।

ম্যান্ডেলিফের পর্যায় সূত্র: "যদি মৌলসমূহকে ক্রমবর্ধমান পারমাণবিক ভর অনুসারে সাজানো হয়, তবে তাদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়"।

১৯১৩ সালে বিজ্ঞানী হেনরি মোসলে পারমাণবিক সংখ্যা আবিষ্কারের পর ম্যান্ডেলিফ তার পর্যায় সূত্র সংশোধন করেন।

ম্যান্ডেলিফের সংশোধিত পর্যায় সূত্র: "মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি তাদের পারমাণবিক সংখ্যা অনুযায়ী পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়"।

৪.৪ পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি

বিজ্ঞানী ম্যান্ডেলিফ প্রথম আধুনিক পর্যায় সারণিতে মৌলসমূহের পারমাণবিক ভরের ভিত্তিতে সাজানোর চেষ্টা করেন। কিন্তু পারমাণবিক ভরের ভিত্তিতে মৌলসমূহের বিন্যাস করলে কিছু কিছু ব্যতিক্রম লক্ষ করা যায়। পটাসিয়াম (K) ও আর্গন (Ar)এর অবস্থান উদাহরণ হিসেবে বিবেচনা কর। পটাসিয়ামের (K) পারমাণবিক ভর 39 ও আর্গনের (Ar) পারমাণবিক ভর হলো 40। যদি পারমাণবিক ভর অনুসারে সাজানো হয়, তাহলে পটাসিয়ামকে আর্গনের আগে স্থান দিতে হয়। সেক্ষেত্রে পটাসিয়ামের অবস্থান হয় গ্রুপ 18 তে এবং গ্রুপ 1এ স্থান পায় আর্গন। বাস্তবে ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলির বিচারে পটাসিয়ামের সাথে গ্রুপ 1এ অবস্থিত ক্ষার ধাতুগুলোর এবং আর্গনের সাথে গ্রুপ 18 তে অবস্থিত নিষ্ক্রিয় গ্যাসের সাদৃশ্য পরিলক্ষিত হয়। কিন্তু মৌলসমূহকে পারমাণবিক সংখ্যার ভিত্তিতে সাজালে এধরনের জটিলতার অবসান হয়।

আমরা তৃতীয় অধ্যায়ে ইলেকট্রন ও প্রোটন সম্পর্কে জেনেছি। প্রোটন সংখ্যাকেই পারমাণবিক সংখ্যা বলে। আর কোনো মৌলে যতটি ইলেকট্রন থাকে ঠিক ততটি প্রোটন থাকে। তাহলে কোনো মৌলের ইলেকট্রন সংখ্যাকেও তার পারমাণবিক সংখ্যা বলা যায়। যদিও ইলেকট্রন সংখ্যা পরিবর্তনের সাথে পরমাণুর পরিবর্তন হয় না কিন্তু প্রোটন সংখ্যা পরিবর্তনে পরমাণুর পরিবর্তন হয়। পর্যায় সারণিতে ইলেকট্রন বিন্যাসের উপর ভিত্তি করেই মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি তাদের পারমাণবিক সংখ্যা অনুযায়ী পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়। কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসই মূলত তার রাসায়নিক ধর্মাবলি নির্দেশ করে।

1869 সালে ম্যান্ডেলিফ আধুনিক পর্যায় সারণির প্রবর্তন করেন, যখন পারমাণবিক সংখ্যা সম্পর্কে কোনো ধারণা ছিল না। 1913 সালে ব্রিটিশ বিজ্ঞানী হেনরি মোসলে পারমাণবিক সংখ্যার ধারণা দেন। পরবর্তীতে ম্যান্ডেলিফ আধুনিক পর্যায় সারণিতে পারমাণবিক সংখ্যার ধারণা ব্যবহার করে পর্যায় সূত্রের সংশোধিত রূপ প্রকাশ করেন। বিজ্ঞানী ম্যান্ডেলিফকে আধুনিক পর্যায় সারণি প্রবর্তণের সম্মান দেওয়া হয়। কারণ অনুমান করা হয় যে, পারমাণবিক সংখ্যা সম্পর্কে জানা থাকলে বিজ্ঞানী ম্যান্ডেলিফ তাঁর প্রদত্ত পর্যায় সূত্রে পারমাণবিক ভরের পরিবর্তে পারমানবিক সংখ্যার কথাই হয়তোবা বলতেন।

৪.৫ ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে পর্যায় সারণিতে মৌলের অবস্থান নির্ণয়

উপরে আমরা জেনেছি যে, ইলেকট্রন বিন্যাসই হলো– পর্যায় সারণির মূলভিত্তি। তাহলে পর্যায় সারণিতে কোনো মৌলের অবস্থান তার ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে বুঝা যায়। নিচের ছকে (ছক 4.2) কয়েকটি মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস লিপিবদ্ধ করা হলো। মৌলসমূহের বিভিন্ন স্তরে ইলেকট্রন বিন্যাস দেখানো হলো। কোনো মৌলের যতটি শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যস্ত থাকে, শক্তিস্তরের সে সংখ্যাই হলো ঐ মৌলের পর্যায় সংখ্যা। যেমন– হাইড্রোজেন ও হিলিয়ামের কথা বিবেচনা করা যাক। এদের ক্ষেত্রে একটি মাত্র শক্তিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যস্ত থাকে এবং পর্যায় সারণিতে এদের অবস্থান পর্যায় 1এ। অনুরূপভাবে সোডিয়াম থেকে আর্গন পর্যন্ত মৌলসমূহের ইলেকট্রন তিনটি শক্তিস্তরে বিন্যস্ত। তাহলে সহজেই বলা যায় যে, তাদের পর্যায় সংখ্যা হলো 3।

কিছু ব্যতিক্রম ব্যতীত, সাধারণভাবে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে অবস্থিত ইলেকট্রন সংখ্যাই কোনো নির্দিষ্ট পর্যায়ে উক্ত মৌলের গ্রুপ সংখ্যা বলা যায়। তাহলে আমরা ভেবে দেখলে বুঝব যে, ৭টি পর্যায়েরই গ্রুপ 1 এর ক্ষেত্রে উল্লিখিত নিয়মটি প্রযোজ্য হবে। অর্থাৎ গ্রুপ 1এ অবস্থিত মৌলসমূহের সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা হলো 1, সেজন্য নিয়মানুসারে গ্রুপ সংখ্যাও 1। গ্রুপ২এর ক্ষেত্র একইভাবে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা দিয়েই সহজেই গ্রুপ সংখ্যার ধারণা পাওয়া যায়। অন্যদিকে ইলেকট্রন দ্বারা সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তর পূর্ণ মৌলসমূহকে গ্রুপ 18এ স্থান পায়।

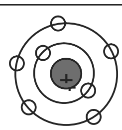
পর্যায়	গ্রুপ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	**H** 1																	**He** 2
2	**Li** 2,1	**Be** 2,2											**B** 2,3	**C** 2,4	**N** 2,5	**O** 2,6	**F** 2,7	**Ne** 2,8
3	**Na** 2,8,1	**Mg** 2,8,2											**Al** 2,8,3	**Si** 2,8,4	**P** 2,8,5	**S** 2,8,6	**Cl** 2,8,7	**Ar** 2,8,8
4	**K** 2,8,8,1	**Ca** 2,8,8,2																

ছক–৪২:বিভিন্ন মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস

পর্যায়–2 ও পর্যায়–3 –এর ক্ষেত্রে অর্থাৎ যে সকল মৌলের দুইটি ও তিনটি শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যস্ত থাকে তাদের ক্ষেত্রে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ৩টি ইলেকট্রন থাকলে তাদেরকে গ্রুপ– 13 তে স্থান দেওয়া হয়েছে। কেননা পর্যায়–২ ও পর্যায়–3 –এর ক্ষেত্রে গ্রুপ– 3 থেকে গ্রুপ–12 পর্যন্ত কোনো মৌল উপস্থিত নেই। তাহলে দুইটি ও তিনটি শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যস্ত কোনো মৌলের ক্ষেত্রে যদি সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের দুটির বেশি ইলেকট্রন থাকে সেক্ষেত্রে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের উপস্থিত ইলেকট্রন সংখ্যার সাথে দশ (10) যোগ করে গ্রুপ সংখ্যা নির্ণয় করা সম্ভব।

পর্যায়–4 থেকে পর্যায়–7 পর্যন্ত যে সকল মৌলের ইলেকট্রন d উপস্তরে প্রবেশ করে তাদের ক্ষেত্রে d উপস্তরে প্রবেশকৃত ইলেকট্রন এবং সর্বশেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন সংখ্যার সমষ্টি তার গ্রুপ নির্দেশ করে। তবে পর্যায়–৬ এবং পর্যায়–7 –এর যে সকল মৌলের সর্বশেষ ইলেকট্রন f উপস্তরে প্রবেশ করে তাদেরকে মূল পর্যায় সারণির নিচে পৃথকভাবে অবস্থান দেওয়া হয়।

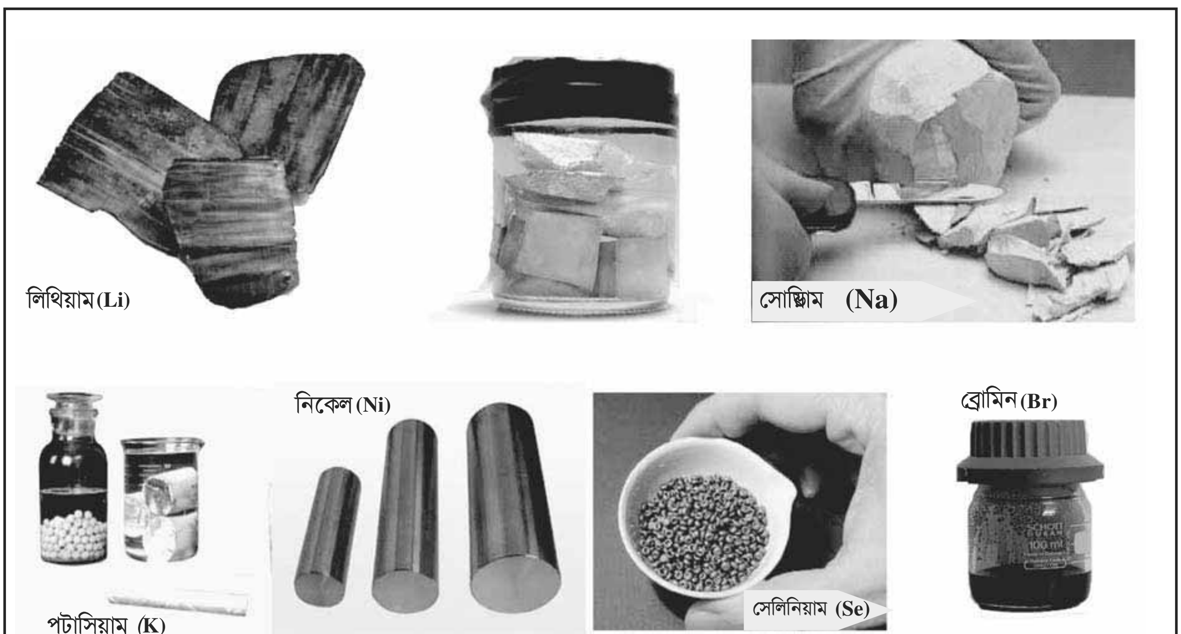
ছাত্রছাত্রীরা 5 জন করে দলে ভাগ হয়ে নিজেরা শ্রেণিকক্ষে বসেই নিচের ছকে (ছক–৪৩) প্রদত্ত কাজটি সম্পন্ন কর। উদাহরণ হিসেবে ছকে নাইট্রোজেন মৌলকে দেখানো হয়েছে।

মৌল	ইলেকট্রন বিন্যাস	পর্যায় সারণিতে অবস্থান	ব্যাখ্যা
N		পর্যায়– 2 গ্রুপ – 15	2টি শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যস্ত। অতএব পর্যায় সংখ্যা হবে 2। সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা হলো 5টি, কিন্তু পর্যায় সংখ্যা 2। অতএব গ্রুপ সংখ্যা 5 না হয়ে, (5 + 10) = 15 হবে।
Li			
Al			
Ne			
Cl			

ছক–৪৩:ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে পর্যায় সারণিতে মৌলের অবস্থান নির্ণয়

৪.৬ মৌলের পর্যায়বৃত্ত ধর্ম

পর্যায় সারণিতে যে কোনো একটি পর্যায়ের দিকে লক্ষ করলে দেখি যে, বাম দিকের মৌলগুলো সাধারণত ধাতু ক্রমে তা অপধাতু এবং অধাতুতে আবর্তিত হয়। ৩য় পর্যায়ের সর্ব বামে সোডিয়াম রয়েছে, যা একটি সক্রিয় ধাতু। অন্যদিকে ক্লোরিন (ডানদিকে দ্বিতীয়) একটি সক্রিয় অধাতু। এ দুইয়ের মাঝামাঝি মৌলগুলোর মধ্যে ধাতু থেকে অধাতুতে রূপান্তরের একটি ধারাবাহিকতা পরিলক্ষিত হয়। সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম ধাতব প্রকৃতির। সিলিকন একটি অপধাতু (যা ধাতু ও অধাতু উভয়ের বৈশিষ্ট্য বহন করে)। ফসফরাস, সালফার ও ক্লোরিন এরা সবাই অধাতু ও এদের গলনাংক ও স্ফুটনাংক কম। যে কোনো গ্রুপে মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম ধীরে ধীরে এবং অনেকটা নিয়মিতভাবে আবর্তিত হয়। যেমন– গ্রুপ–1 –এর ক্ষার ধাতুসমূহ প্রত্যেকেই নরম, নিম্ন গলনাংকবিশিষ্ট। এ গ্রুপের ধাতুসমূহের গলনাংক পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে কমে। পর্যায় সারণির বাম দিক থেকে ডান দিকে অর্থাৎ গ্রুপ–1 থেকে গ্রুপ–17 পর্যন্ত মৌলসমূহের গলনাংক ও স্ফুটনাংক প্রথমে বৃদ্ধি পেয়ে (ধাতু পর্যন্ত) পরবর্তীতে (অধাতু থেকে) হ্রাস পায়। এভাবে গ্রুপ–17 অর্থাৎ হ্যালোজেনসমূহের গলনাংক ও স্ফুটনাংক গ্রুপ–1 –এর ক্ষার ধাতুসমূহের তুলনায় অনেক কম হয়। হ্যালোজেনসমূহের ক্ষেত্রে বিভিন্ন ভৌত ধর্মে একই রূপে ধারাবাহিক পরিবর্তন দেখা যায়। যেমন–এসব মৌলের গলনাংক, স্ফুটনাংক ও ঘনত্ব পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে বাড়ে। এছাড়াও মৌলসমূহের কিছু গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য যেমন, পারমাণবিক আকার, আয়নিকরণ শক্তি, তড়িৎ ঋণাত্মকতা, ইলেকট্রন আসক্তি ইত্যাদি ধর্ম পর্যায় সারণিতে পর্যায়ক্রমে পরিবর্তিত হয়। পর্যায় সারণির একই পর্যায়ের বামদিক থেকে ডানদিকে পারমাণবিক আকার হ্রাস পায় এবং কোনো গ্রুপের উপর থেকে নিচের দিকে পারমাণবিক আকার বৃদ্ধি পায়। পারমাণবিক আকার ব্যতীত অন্যান্য ধর্মসমূহ সাধারণভাবে (কিছু ব্যতিক্রমসহ) পর্যায় সারণির একই পর্যায় বাম দিক থেকে ডান দিকে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ গ্রুপ–1 –এর ক্ষার ধাতুসমূহের আয়নিকরণ শক্তি কম এবং গ্রুপ– 17 –এর হ্যালোজেনসমূহের আয়নিকরণ শক্তি বেশি। একইভাবে কোনো একটি গ্রুপের মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে উক্ত ধর্মসমূহ ক্রমান্বয়ে হ্রাস পায়। এ বিষয়ে পরবর্তী শ্রেণিতে আরও জানতে পারবে।



চিত্র ৪.২: বিভিন্ন মৌল

৪.৭ বিভিন্ন শ্রেণিতে উপস্থিত মৌলসমূহের বিশেষ নাম (ক্ষার ধাতু, মৃৎক্ষার ধাতু, মুদ্রা ধাতু, হ্যালোজেন, নিষ্ক্রিয় গ্যাস, অবস্থান্তর মৌল)

ক্ষার ধাতু: পর্যায় সারণিতে গ্রুপ– 1 –এ অবস্থিত মৌলসমূহ যেমন– Li, Na, K, Rb, Cs এবং Fr ক্ষার ধাতু (alkali metal) বলা হয়। এরা প্রত্যেকেই পানির সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন গ্যাস ও ক্ষার দ্রবণ তৈরি করে। সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে অবস্থিত একমাত্র ইলেকট্রনটি প্রদান করে আয়নিক যৌগ (লবণ) তৈরি করে।

মৃৎক্ষার ধাতু : গ্রুপ– 2 –এ অবস্থিত Be থেকে শুরু করে Ra পর্যন্ত মৌলসমূহকে মৃৎক্ষার ধাতু বলা (alkaline earth metal) হয়। এদের ধর্ম অনেকটা ক্ষার ধাতুর মতোই। এদের অক্সাইডসমূহ পানিতে ক্ষারীয় দ্রবণ তৈরি করে। এরাও সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের 2 টি ইলেকট্রন প্রদান করে আয়নিক যৌগ (লবণ) তৈরি করে। এই মৌলসমূহ বিভিন্ন যৌগ হিসেবে মাটিতে থাকে।

অবস্থান্তর মৌল: পর্যায় সারণিতে গ্রুপ– 3 থেকে গ্রুপ–11 পর্যন্ত গ্রুপে অবস্থিত মৌলসমূহ অবস্থান্তর মৌল (transition metal) হিসেবে পরিচিত। অবস্থান্তর মৌলসমূহের নিজস্ব বর্ণ রয়েছে। এরা ধাতব পদার্থ হিসেবে প্রচুর ব্যবহৃত হয়। সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন প্রদান করে আয়নিক যৌগ তৈরি করে। কোনো পর্যায়ের অবস্থা ন্তর মৌলসমূহের মধ্যে বামদিকের মৌল থেকে ডানদিকের মৌল দ্বারা গঠিত যৌগের বৈশিষ্ট্য আয়নিক থেকে সমযোজীতে পরিবর্তিত হয়।

মুদ্রা ধাতু : পর্যায় সারণিতে গ্রুপ– 11 তে অবস্থিত মৌল–তামা (Cu), রুপা (Ag) ও সোনা (Au) এদের ধাতব বৈশিষ্ট্য যেমন, উজ্জ্বলতা বিদ্যমান। ঐতিহাসিকভাবে এসব ধাতু দ্বারা মুদ্রা তৈরি করে তাদেরকে ক্রয়–বিক্রয় ও অন্যান্য প্রয়োজনে বিনিময়ের মাধ্যম হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এদেরকে মুদ্রা ধাতু (coinage metals) বলা হয়। প্রকৃতপক্ষে এরা অবস্থান্তর মৌল।

হ্যালোজেন: গ্রুপ– 17 তে অবস্থিত মৌল– F, Cl, Br, I এবং At এই 5টি মৌলকে একত্রে হ্যালোজেন (halogen) বলে। হ্যালোজেন শব্দের অর্থ লবণ গঠনকারী (salt maker)। এরা সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে একটি ইলেকট্রন গ্রহণের মাধ্যমে হ্যালাইডআয়ন তৈরি করে। হ্যালোজেনসমূহের মূল উৎস সামুদ্রিক লবণ। এরা নিজে নিজেই ইলেকট্রন ভাগাভাগির (electron sharing) মাধ্যমে দ্বি–মৌল অণু তৈরি করে।

নিষ্ক্রিয় গ্যাস: পর্যায় সারণিতে গ্রুপ– 18 তে অবস্থিত মৌলসমূহকে নিষ্ক্রিয় মৌল বলে। এদের সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তর প্রয়োজনীয় সংখ্যক ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকায় এরা ইলেকট্রন আদান–প্রদান বা শেয়ারের মাধ্যমে যৌগ গঠনে সাধারণত আগ্রহ প্রদর্শন করে না। অর্থাৎ বন্ধন গঠনে বা রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রতি এই মৌলসমূহ নিষ্ক্রিয় থাকে।

৪.৮ পর্যায় সারণির সুবিধা (Advantanges of Periodic Table)

রসায়নশাস্ত্র অধ্যয়ন ও প্রয়োগকারীদের জন্য পর্যায় সারণি একটি অপরিহার্য হাতিয়ার (tool)। আধুনিক পর্যায় সারণি ব্যতীত রসায়ন চর্চা সম্ভব নয়। তুমি আগে জেনেছি যে, এ যাবৎ 118টি মৌল শনাক্ত হয়েছে। চল প্রত্যেকটি মৌলের যদি 4টি ভৌত ধর্ম যেমন–গলনাংক, স্ফুটনাংক, ঘনত্ব ও ভৌত অবস্থা (কঠিন, তরল ও বায়বীয়) এবং 4টি রাসায়নিক ধর্ম যেমন–অক্সিজেন, পানি, এসিড ও ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া বিবেচনা কর। তাহলে 118টি মৌলের জন্য 4টি করে ভৌত ও 4টি করে রাসায়নিক ধর্ম মিলে সর্বমোট 472টি ধর্ম মনে রাখা কঠিন নয় কি? আমরা এটাও জানি যে, কোনো

পর্যায়	গ্রুপ 1
1	H
2	Li
3	Na
4	K
5	Rb
6	Cs
7	Fr

নির্দিষ্ট মৌলের শুধুমাত্র 4টি ভৌত ও 4টি রাসায়নিক ধর্মের মধ্যেই সীমাবদ্ধ নয়। এ ধরনের অনেক ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম আছে, যা আমরা পরবর্তীতে শিখব। যাহোক এটা বুঝা গেল যে, পর্যায় সারণিতে অবস্থিত সব মৌলের হাজারো ধর্ম রয়েছে এবং তাদেরকে আলাদাভাবে মনে রাখা সত্যই অসম্ভব।

পর্যায় সারণিতে সন্নিবেশিত মৌলের অবস্থানের মাধ্যমে তার ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম সম্পর্কে আমরা সহজেই ধারণা করতে পারি। যেমন গ্রুপ–1 –এ অবস্থিত হাইড্রোজেন ব্যতীত অন্য মৌলগুলোকে ক্ষার ধাতু বলা হয় এবং এদের ছুরি দিয়ে কাটা যায়। সব মৌলই তার সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের একটি ইলেকট্রন প্রদান করতে পারে। হাইড্রোজেন মৌল ব্যতীত, সবাই পানির সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। এভাবে কোনো গ্রুপে অবস্থিত মৌলসমূহের ধর্ম সম্পর্কে ধারণা একই

পর্যায়/গ্রুপ	1	২	৩	৪	৫	৬	৭	৮	৯	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar

গ্রুপের অবস্থিত অন্য যে কোনো একটি মৌলের ধর্মের সাথে তুলনা করে মনে রাখা যেতে পারে। অন্যদিকে, একই পর্যায়ে বিভিন্ন গ্রুপে অবস্থিত মৌলসমূহের ধর্মের ভিন্নতা ঐ মৌলের পারিপার্শ্বিক অবস্থা দেখে অর্থাৎ তার পার্শ্ববর্তী মৌলের ধর্মের সাথে তুলনা করে তার ধর্ম সম্পর্কে ধারণা নেওয়া যায়। পর্যায়–3 –এ বিভিন্ন গ্রুপে অবস্থিত মৌলসমূহের ভৌত অবস্থা দেখলে আমরা দেখি যে, সোডিয়াম ক্ষার ধাতু, যা কঠিন পদার্থ এবং যাকে ছুরি দিয়ে কাটা যায়। পর্যায় সারণির ডান দিকের মৌলসমূহের ভৌত অবস্থা ক্রমান্বয়ে পরিবর্তিত হয়। এমনকি ক্লোরিন ও আর্গন গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে। যদিও পর্যায় সারণিতে তরল মৌলের সংখ্যা খুবই কম।

তাহলে আমরা বুঝলাম যে, বাহ্যিক দিক থেকে পর্যায় সারণি ছকে মৌলসমূহকে সন্নিবেশ করা হয়েছে মনে হলেও বাস্তবে এর তাৎপর্য অপরিসীম। এ কথায় বলা যায় যে, পর্যায় সারণির ব্যবহার ছাড়া বর্তমান যুগে রসায়ন চর্চা অসম্ভব।

৪.৯ পর্যায় সারণির একই গ্রুপের মৌল দ্বারা গঠিত যৌগের সাথে পানি ও লঘু এসিডের বিক্রিয়া

ধাতব যৌগের সাথে পানি ও লঘু এসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন গ্যাস পরীক্ষার মাধ্যমে শনাক্তকরণ

পরীক্ষণ: (দলগত কাজ)

প্রয়োজনীয় উপকরণ: Na_2CO_3, K_2CO_3/$CaCO_3$, $MgCO_3$, লঘু হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl)/সিরকা (ইথানয়িক এসিড), চুনের পানি ;$Ca(OH)_2$, কাচটিউব, কর্ক, বাঁকানো কাচনল, বিকার, কাঠি, ম্যাচ।



চিত্র ৪.৩: (ক) পরীক্ষার জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ ও তাদের সংযোগ (খ) নির্গত গ্যাসকে চুনের পানিতে প্রবেশ করানো

একটি কাচটিউবে আনুমানিক 2/3 গ্রাম Na_2CO_3 নাও। অতঃপর বিশুদ্ধ পানিতে সেটি দ্রবীভূত কর এবং দ্রবণের মধ্যে ধীরে ধীরে লঘু হাইড্রোক্লোরিক এসিড যোগ কর। পর্যবেক্ষণ কর কোনো গ্যাস উৎপন্ন হয় কি না। উৎপন্ন গ্যাসকে জ্বলন্ত কাঠির সাহায্যে শনাক্ত কর। রাসায়নিক পরীক্ষার মাধ্যমে শনাক্ত করার জন্য উৎপন্ন গ্যাসকে বাঁকানো কাচনলের সাহায্যে বিকারে রাখা পরিষ্কার চুনের পানিতে প্রবেশ করাও এবং পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ কর। এই পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা করার চেষ্টা কর। চুনের পানিতে অতিরিক্ত গ্যাস প্রবেশ করালে কী পরিবর্তন হয় তা পর্যবেক্ষণ কর এবং কারণ ব্যাখ্যা করার চেষ্টা কর।

একইভাবে কাচটিউবে আনুমানিক 2/3 গ্রাম K_2CO_3 নিয়ে পরীক্ষা কর। পরীক্ষা করে নিচের টেবিল পূর্ণ কর।

	গ্লাসে/টেস্টটিউবে Na_2CO_3		গ্লাসে/টেস্টটিউবে K_2CO_3		
যোগকৃত উপাদান	সম্পন্ন পরিবর্তন ও পরিবর্তনের কারণ	সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়া	সম্পন্ন পরিবর্তন ও পরিবর্তনের কারণ	সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়া	মন্তব্য
বিশুদ্ধ					
লেবুর রস/সিরকা/লঘু HCl					
জ্বলন্ত কাঠিকে উৎপন্ন গ্যাসের উপর ধর					
উৎপন্ন গ্যাসকে চুনের পানিতে প্রবেশ করাও					
অতিরিক্ত পরিমাণে উৎপন্ন গ্যাসকে চুনের পানিতে প্রবেশ করাও					

অনুশীলনী

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

১. পর্যায় সারণির সত্যিকার মূল ভিত্তি কী?

ক. পারমাণবিক সংখ্যা খ. পারমাণবিক ভর

গ. আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর ঘ. ইলেকট্রন বিন্যাস

২. $A = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$; মৌলটি পর্যায় সারণির কোন গ্রুপে অবস্থিত?

ক. Group-2 খ. Group-5

গ. Group-11 ঘ. Group-13

নিচের সারণি থেকে ৩ ও ৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

পর্যায় সারণির কোনো একটি গ্রুপের খণ্ডিত অংশ

$_{19}K$
X
Y
Z

[এখানে **X, Y** এবং **Z** প্রতীকী অর্থে; প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়]

৩. ‘X’ মৌলটি পর্যায় সারণির কোন পর্যায়ের?

ক. ৩য় খ. ৪র্থ

গ. ৫ম ঘ. ৬ষ্ঠ

৪. উল্লিখিত মৌলগুলোর

i. সর্বশেষ স্তরে 1টি ইলেকট্রন আছে

ii. পারমাণবিক আকার ক্রমান্বয়ে হ্রাস পায়

iii. সক্রিয়তা ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি পায়

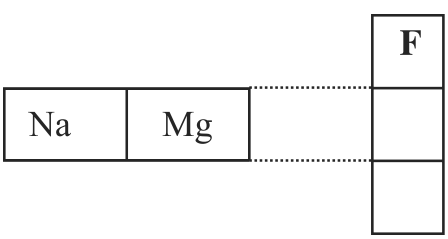
নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii খ. ii ও iii

গ. ও iii ঘ. i, ii ও iii

সৃজনশীল প্রশ্ন:

১.



উদ্দীপকের চিত্রটি পর্যায় সারণির একটি খণ্ডিত অংশ

ক. ত্রয়ী সূত্রটি লিখ।

খ. বেরিয়ামকে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয় কেন– ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকের কোন মৌলটির আকার সবচেয়ে বড়? ব্যাখ্যা কর।

ঘ. উদ্দীপকের পর্যায় ও গ্রুপের প্রথম মৌলদুটি উচ্চ মাত্রায় সক্রিয় হলেও সক্রিয়তার কারণ ভিন্ন– যুক্তি দাও।

২.

মৌল শ্রেণি	যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা
A	3
B	7
D	8

[এখানে **A, B** এবং **D** প্রতীকী অর্থে; প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়]

ক. মুদ্রা ধাতু কী?

খ. He কে গ্রুপ II -এ রাখা হয়নি কেন?

গ. B শ্রেণির মৌলের উৎস ব্যাখ্যা কর।

ঘ. A ও D শ্রেণির মৌলগুলোর আয়নিকরণ শক্তির তুলনা কর।